



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 12 708 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
A 61 N 5/10
A 61 B 6/04
A 61 B 6/03
G 01 T 1/16
G 01 T 1/29

②1 Aktenzeichen: 199 12 708.5
②2 Anmeldetag: 20. 3. 1999
④3 Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 12 708 A 1

⑦1 Anmelder:
Deutsches Krebsforschungszentrum Stiftung des
öffentlichen Rechts, 69120 Heidelberg, DE

⑦4 Vertreter:
Castell, K., Dipl.-Ing. Univ. Dr.-Ing.; Reuther, M.,
Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 52349 Düren

⑦2 Erfinder:
Groh, Burkhard, 69121 Heidelberg, DE; Hesse,
Bernd, 64757 Rothenberg, DE; Lappe, Christian,
69120 Heidelberg, DE; Spies, Lothar, 69120
Heidelberg, DE; Schlegel, Wolfgang, 69118
Heidelberg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
US 57 54 622
US 53 94 452
US 50 08 907
US 48 68 843
US 43 65 341

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes

⑤7 Verfahren und Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes, wobei das zu bestrahlende Objekt nach vorbestimmten Kriterien im Strahlungsfeld des Bestrahlungsgerätes positioniert wird.

Um die tatsächliche Position des zu bestrahlenden Objektes relativ zum Bestrahlungsgerät und damit zum Bestrahlungsfeld direkt zu erfassen und somit die Positionskontrolle nicht nur zu vereinfachen, sondern auch hinsichtlich der Genauigkeit zu verbessern, wird bei einem erfindungsgemäßen Verfahren am Bestrahlungsgerät vorzugsweise mit der Strahlung des Bestrahlungsgerätes wenigstens ein partielles Schnittbild oder ein partieller Volumendatensatz des bestrahlten Gesamtvolumens aufgenommen und aus diesem Schnittbild die Ist-Position des Objektes relativ zum Strahlungsfeld bestimmt. Hierdurch können Fehlpositionen bestimmt bzw. durch Beaufschlagen geeigneter Stellglieder korrigiert werden.

Das Verfahren erlaubt eine Art direkter "Online-Positionskontrolle" am Bestrahlungsgerät, bei der nicht mehr über den Umweg der Beobachtung irgendwelcher mehr oder weniger ortsfest am Objekt bzw. an einem dieses Objekt umgebenden Objekt befestigter Marker die Lage des interessierenden Objektes, z. B. eines Prostatakarzinoms, bestimmt werden muß.

DE 199 12 708 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes, wobei das zu bestrahlende Objekt nach vorbestimmten Kriterien im Strahlungsfeld des Bestrahlungsgerätes positioniert wird.

Solche Verfahren und Vorrichtungen sind bekannt. Sie dienen dazu, das zu bestrahlende Objekt nach vorbestimmten Kriterien im Strahlungsfeld des Bestrahlungsgerätes zu positionieren. Da es sich bei den zu bestrahlenden Objekten regelmäßig um Objekte oder, da die Objekte oftmals keine klar definierten Grenzen haben, um bestimmte Zielvolumen innerhalb anderer Objekte, zum Beispiel um Tumore oder Läsionen innerhalb des menschlichen oder tierischen Körpers, handelt, kann die Positionskontrolle nicht einfach durch Blick auf das Objekt erfolgen. Vielmehr ist es notwendig, zunächst mittels geeigneter bildgebender Verfahren die Lage des zu bestrahlenden Objektes innerhalb des anderen, es umgebenden Objektes zu bestimmen. Bei den bekannten Verfahren wird dann gleichzeitig oder anschließend die Lage des interessierenden Objektes relativ zu irgendwelchen Markern, deren Position bei der Bestrahlung überwacht werden kann, bestimmt. Je nach Art der eingesetzten Marker und deren Fixierung am Objekt, ist entweder die Positionskontrolle mit nicht unerheblichen Ungenauigkeiten behaftet, oder die Fixierung der Marker ist mit großem Aufwand und – wenn es sich bei dem Objekt, an dem die Marker zu befestigen sind, um den Körper eines Menschen oder eines Tieres handelt, auch mit großen Unannehmlichkeiten und ggf. Schmerzen für Mensch und Tier verbunden. Handelt es sich bei dem zu bestrahlenden Objekt um ein Organ im menschlichen oder tierischen Körper, das – anders als z. B. das Hirn – nicht in ein mehr oder weniger festes Knochengestell eingebunden ist, sondern das sich z. B. wie die Prostata oder die Bauchspeicheldrüse durch Herz-, Atmungs-, Darm- und Blasenaktivität ständig leicht bewegt, nützen auch sehr genau am Körper angebrachte, z. B. implantierte Marker nur bedingt bei der Positionierung am Bestrahlungsgerät, da sich die Lage des zu bestrahlenden Objektes innerhalb gewisser Grenzen permanent ändert. Dieses betrifft ganz allgemein Setup-Fehler (bedingt durch die Lagerung des Patienten, Atmungsbewegungen, den Füllungsgrad von Organen, Herzaktivitäten) und äußere Fehler (in der Positionierung des Patienten bzw. des Bestrahlungsgerätes). Darüber hinaus umfaßt ein Tumor einen im Allgemeinen sicht- bzw. tastbaren Tumorkern sowie mikroskopische Ausläufer. Aus diesem Grunde und wegen der Unsicherheiten bei der Patientenpositionierung sowie der Bestrahlung wird um den Tumorkern ein Sicherheitssaum gewählt, der als geplantes Zielvolumen bestrahlt wird. Da die eingesetzte therapeutische Strahlung regelmäßig nicht nur krankes, sondern auch gesundes Gewebe zerstören kann, soll der Sicherheitssaum möglichst klein gewählt werden können.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes anzugeben, die es erlauben, die tatsächliche Position des zu bestrahlenden Objektes relativ zum Bestrahlungsgerät und damit zum Bestrahlungsfeld direkt zu erfassen und somit die Positionskontrolle nicht nur zu vereinfachen, sondern auch hinsichtlich der Genauigkeit zu verbessern.

Die Aufgabe wird zum einen gelöst von einem Verfahren

der eingangs genannten Art, bei welchem am Bestrahlungsgerät, vorzugsweise mit der Strahlung des Bestrahlungsgerätes, wenigstens ein partielles Schnittbild des bestrahlten Gesamtvolumens aufgenommen und aus diesem Schnittbild die Ist-Position des Objektes relativ zum Strahlungsfeld bestimmt wird. Dies erlaubt erstmals eine Art direkter "Online-Positionskontrolle" am Bestrahlungsgerät, bei der also nicht mehr über den Umweg der Beobachtung irgendwelcher mehr oder weniger ortsfest am Objekt bzw. an einem dieses Objekt umgebenden Objekt befestigter Marker die Lage des interessierenden Objektes, z. B. eines Prostatakarzinoms, bestimmt werden muß. Dabei wird hier der Begriff "Kontrolle" im weitesten Sinne verstanden und beinhaltet sowohl die Erfassung und Verifikation einer Position, als auch ggf. die Steuerung der Relativposition von Strahlungsfeld und zu bestrahlendem Objekt. Hierbei umfaßt das partielle Schnittbild vorzugsweise wenigstens das zu bestrahlende Objekt. Es versteht sich, daß der Zeitpunkt, zu dem das Gesamtvolumen bestrahlt wird, vor, während und/oder nach der Aufnahme des Schnittbildes liegen kann. Je nach angewandtem Verfahren kann das Schnittbild auch Bereiche umfassen, die außerhalb des bestrahlten Gesamtvolumens liegen.

Statt eines Schnittbildes kann – mit geeigneten Detektoren – auch direkt ein sog. "Volumendatensatz" aufgenommen werden, wobei unter diesem Begriff hier wie üblich ein Datensatz verstanden wird, der – anders als ein Schnittbild, welches nur Bildinformationen aus einer Ebene enthält – Bildinformationen aus einem dreidimensionalen Volumen umfaßt. Ein solcher Volumendatensatz kann, wie gesagt, direkt aufgenommen oder aber aus mehreren Schnittbildern (einer Schnittbildserie) zusammengesetzt werden. Insbesondere kann ein derartiger Datensatz durch einen auf die Quelle fokussierenden Detektor oder durch einen planparallelen Detektor bestimmt werden.

Liegen bereits Informationen über eine optimale Lage (Soll-Position von zu bestrahlendem Objekt und Strahlungsfeld vor, die z. B. aus einer sog. Planungscomputertomographie gewonnen wurden, kann die ermittelte Ist-Position mit dieser vorgegebenen Soll-Position verglichen werden, wobei der Vergleich manuell, halbautomatisch oder automatisch erfolgen kann. Anhand dieses Vergleichs können dann zu bestrahlendes Objekt und Strahlungsfeld so relativ zueinander positioniert werden, daß Ist-Position und Soll-Position übereinstimmen, wobei die Positionierung in jeder bekannten Weise erfolgen kann, also z. B. durch Verfahren eines Objekträgers, eines Behandlungstisches und/oder des Bestrahlungsgerätes bzw. durch Veränderung des Bestrahlungsfeldes in geeigneter Weise, beispielsweise durch Blenden oder Linsen. Bei Objekten, die sich – wie oben beschrieben – in gewissen Grenzen bewegen können, kann das Verfahren vorteilhaft so durchgeführt werden, daß die Ist-Position während der Dauer der Bestrahlung des Objektes wiederholt ermittelt wird. Stellt sich dabei heraus, daß sich das Objekt nicht mehr in einer gewünschten Position relativ zum Strahlungsfeld befindet, kann sofort eine Neupositionierung erfolgen.

Bei einer vorteilhaften Durchführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, daß die bei der Bestrahlung des Objektes transmittierte Strahlung kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen wird. Aus der gemessenen transmittierten Strahlung kann dann ein Wert für die vom Objekt absorbierte Dosis ermittelt werden, was insbesondere dann zweckmäßig ist, wenn es sich bei dem zu bestrahlenden Objekt um ein Objekt im lebenden menschlichen oder tierischen Körper handelt. Die gemessenen Werte können auch mit früheren Werten verglichen werden, um so Informationen über eventuelle Veränderungen im Absorptionsverhal-

ten der Objekte zu gewinnen. Insbesondere können diese Werte pixel- bzw. voxelweise erfaßt werden.

Vorteilhaft kann der ermittelte Wert der absorbierten Dosis mit einer Identifikationskennung derart versehen werden, daß der Wert dem Objekt eindeutig zugeordnet werden kann, so daß auch dann, wenn viele verschiedene Objekte in einer Bestrahlungseinrichtung behandelt werden, stets eindeutig nachvollzogen werden kann, welches Objekt welche Dosis erhielt und Irrtümer aufgrund menschlichen Versagens praktisch ausgeschlossen sind. Dieses ist insbesondere dann wichtig, wenn es sich bei den zu bestrahlenden Objekten um Objekte im menschlichen oder tierischen Körper handelt und die Objekte mehrfach bestrahlt werden. Die Identifikationskennung kann darüber hinaus auch automatisch mit einer Zeit- und/oder Datumsinformation versehen werden, so daß genau nachvollzogen werden kann, wann welches Objekt mit welcher Dosis bestrahlt wurde.

Die genannte Aufgabe wird ferner gelöst von einer Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zu dem von wenigstens einer Strahlenquelle erzeugten Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes, bei welcher Mittel zur Aufnahme eines zumindest partiellen Schnittbildes oder eines zumindest partiellen Volumendatensatzes des bestrahlten Gesamtvolumens vorgesehen sind. Eine solche Vorrichtung läßt sich auch bei bestehenden Bestrahlungsgeräten relativ einfach nachrüsten.

Während es bei bestimmten Objekten zur Positionskontrolle ausreichend sein kann, ein Ultraschallschnittbild aufzunehmen, ist bei anderen Objekten, insbesondere bei Objekten, die sich hinter Ultraschallwellen total reflektierenden Objekten wie z. B. Knochen befinden, eine andere Art von Schnittbildern oder Volumendatensätzen, z. B. ein oder mehrere Röntgenschnittbilder wie z. B. eine Computertomographie, notwendig, um die gewünschten Informationen zu erhalten. Dementsprechend können – je nach Art des gewünschten oder zweckmäßigen Schnittbildes – die Mittel zur Aufnahme des Schnittbildes vorteilhaft wenigstens einen Strahlungsdetektor umfassen.

Dabei kann der Strahlungsdetektor auch so ausgebildet sein, daß er auch die von der Strahlenquelle des Bestrahlungsgerätes erzeugte Strahlung erfassen kann, was je nach Art der erzeugten Strahlung und des bestrahlten Objektes gleich in zweifacher Weise vorteilhaft genutzt werden kann: erzeugt die Strahlenquelle (wobei hier der Begriff "Strahlenquelle" im weitesten Sinne zu verstehen ist und alle Arten von Strahlung erzeugenden Mitteln umfaßt, also z. B. Röhren, insbesondere Gammastrahlen- und Röntgenröhren, oder radioaktive Präparate) Strahlung, die auch zur Herstellung des gewünschten Schnittbildes verwendet werden kann, so kann, bei entsprechender Ausbildung von Detektor und Strahlenquelle, mit der eigentlich zur Bestrahlung eingesetzten Strahlung selbst ein Schnittbild bzw. ein Volumendatensatz aufgenommen werden. Dazu kann der Strahlungsdetektor derart ausgebildet sein, daß er gleichzeitig oder nacheinander Strahlung aus unterschiedlichen Richtungen und/oder in einem Erfassungswinkel von mehreren Dutzend Grad, vorzugsweise von etwa 180°, bzw. bis 360°, erfassen kann. Auch kann vorgesehen werden, daß wenigstens eine der das Strahlungsfeld erzeugenden Strahlenquellen schwenkbar gelagert ist, z. B. derart, daß sie um bis zu 360° um das zu bestrahlende Objekt herum gefahren werden kann. Auf diese Weise lassen sich Vorrichtungen realisieren, die den jeweiligen Einsatzzweck optimal erfüllende Schnittbilder liefern. Erzeugt beispielsweise wenigstens eine Strahlenquelle Röntgenstrahlung, insbesondere hochenergetische Röntgen- oder Gammastrahlung, so kann erfindungsgemäß am Bestrahlungsgerät eine Art Computertomograph bzw. –

bei hochenergetischen Photonen bzw. Therapiestrahlung – ein sog. Hochenergie-Computertomograph realisiert werden, und zwar in unterschiedlichster Ausbildung, also z. B. als Parallelstrahlgerät mit nur einem Meßstrahlenbündel oder mit Ausblendung mehrerer Meßstrahlenbündel, als Ringdetektorgerät mit feststehendem Detektorkranz oder als Fächer- oder Kegelstrahlgerät mit umlaufendem Detektorsystem, wobei der Detektor planparallel oder auf die Quelle fokussierend sein kann. Dabei sei an dieser Stelle betont, daß es natürlich eine vorteilhafte Doppelnutzung erlaubt, wenn die Strahlung, mit der das Objekt bestrahlt werden soll, auch zur Aufnahme des Schnittbildes oder des Volumendatensatzes dienen kann, daß jedoch zur Herstellung von Schnittbild und zur Bestrahlung auch jeweils Strahlenquellen unterschiedlicher Art an dem Gerät vorgesehen werden können.

Zur Auswertung des Schnittbildes bzw. des Volumendatensatzes direkt am Gerät können Mittel zur Anzeige und/oder Ausgabe des Schnittbildes oder des Volumendatensatzes vorgesehen sein, ebenso wie Mittel zum Vergleichen des Schnittbildes/Volumendatensatzes mit wenigstens einem weiteren Schnittbild/Volumendatensatz, insbesondere einem Computertomogramm des Objektes vorgesehen sein können. Hierbei können die Mittel zum Anzeigen und Ausgeben teilweise auch zum Vergleichen der Bilder genutzt werden – z. B. können auf einem Monitor zwei Schnittbilder nebeneinander dargestellt oder einander überlagert werden.

Da die Schnittbilder/Volumendatensätze in der Regel ohnehin in digitaler Form vorliegen bzw. mit an sich bekannten Mitteln leicht digitalisierbar sind, können auch Mittel zur Durchführung eines automatischen Vergleichs der Schnittbilder/Volumendatensätze vorgesehen werden. Ein solcher Vergleich kann auch in rein analoger Weise erfolgen; in der Praxis wird der Fachmann im Regelfall jedoch einen auf digitalisierten Bildern beruhenden Vergleich bevorzugen, da sich ein solcher Vergleich mit modernen digitalen Bildverarbeitungsmitteln verhältnismäßig einfach ausführen läßt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Mittel zur Erzeugung einer Relativbewegung von Strahlungsfeld und Objekt vorgesehen, die es dann erlauben, die Lage von Objekt und Strahlungsfeld relativ zueinander anhand des aufgenommenen Schnittbildes/Volumendatensatzes zu verändern. Dazu kann eine Auswerte- und Steuereinheit zur automatischen Ermittlung einer Ist-Position des Objektes relativ zum Strahlungsbereich des Bestrahlungsgerätes aus den vom Strahlungsdetektor erfaßten Daten vorgesehen sein, welche dann vorteilhaft auch mit den Mitteln zur Erzeugung einer Relativbewegung von Strahlungsbereich und Objekt gekoppelt sein und diese über entsprechende Steuersignale steuern kann.

Der oben genannte Strahlungsdetektor kann zum anderen vorteilhaft dazu verwendet werden, die bei der Bestrahlung des Objektes gegebenenfalls transmittierte, also durch das Objekt gelangte Strahlung kontinuierlich oder diskontinuierlich zu erfassen, so daß also der Strahlungsdetektor sowohl zur Bildgebung als auch zur Transmissionsmessung genutzt würde. Es können aber ebenso auch getrennte Detektoren für die Bildgebung und die Transmissionsmessung vorgesehen werden, wobei hier der Begriff "Detektor" im weitesten Sinne zu verstehen ist und sowohl Filme, insbesondere Röntgenfilme, einzelne Detektionselemente als auch ganze Detektorarrays bis hin zu Ringdetektoren umfaßt.

Um direkt am Gerät eine Aussage über die vom Objekt bei der Bestrahlung absorbierte Dosis zu erhalten, was insbesondere bei medizinischen Bestrahlungen oftmals wünschenswert ist, können Mittel zur automatischen Ermittlung

eines Wertes für die von wenigstens einem Volumenelement des bestrahlten Gesamtvolumens absorbierte Dosis aus der erfaßten transmittierten Strahlung vorgesehen sein. Zweckmäßig ist es dann, auch Mittel zur Ausgabe und/oder Speicherung des ermittelten Wertes der Dosis vorzusehen. Unter Verwendung entsprechender mathematisch-physikalischer Verfahren kann jedem Bild- oder Volumenelement (Pixel/Voxel) des aufgenommenen Volumens ein exakter Wert der absorbierten Dosis zugeordnet werden.

Darüber hinaus können Mittel vorgesehen sein, die jedem Volumenelement ein Objektelement zuordnen. Hierbei umfaßt der Begriff "Objektelement" einen gewählten Raumbereich des bestrahlten Körpers selbst, während der Begriff "Volumenelement" einen Raumbereich bezeichnet, welcher in unmittelbarer örtlicher Beziehung zu dem Bestrahlungsgerät steht. In vorliegendem Zusammenhang werden somit zwei Räume, ein Objektraum (Objektelement) und ein Geräteraum (Volumenelement), miteinander in Beziehung gesetzt. Während diese Beziehung mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen nur äußerst schwer und mit verhältnismäßig großen Fehlern behaftet herstellbar war, ermöglicht vorliegende Erfindung, diese Beziehung während der Bestrahlung, sprich bei der Therapie, zu bestimmen. Dieses geschieht dadurch, daß die Ist-Position des Objektes, beispielsweise eines menschlichen oder tierischen Körpers, in Relation zum Strahlungsfeld bestimmt wird, wobei das Strahlungsfeld selber in dem Geräteraum definiert werden kann.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Verfahrensbeispiels:

Bei der Durchführung einer Strahlentherapie wird zunächst der Zielpunkt sowie die Lage der Risikoorgane für die Bestrahlung bestimmt. Dies kann beispielsweise anhand eines Planungs-Computertomogramms geschehen.

Bei nach dem Stand der Technik ablaufenden Verfahren wird anschließend der Patient im Bestrahlungsraum gelagert und positioniert, wobei hierbei auftretende Veränderungen, beispielsweise in der Lage der inneren Organe, in der Lage von einer Therapiesitzung zur anderen, Schrumpfungen des Tumors oder Gewichtsverlust des Patienten, nicht erkannt werden. Hieraus kann sich eine Fehlpositionierung und damit eine Fehlbestrahlung ergeben.

Nach vorliegender Erfindung wird jedoch auch am Bestrahlungsgerät eine Lagebestimmung vorgenommen. Dieses kann beispielsweise durch eine Art Hochenergie-Computertomogramm erfolgen. Über geeignete Berechnungsverfahren lassen sich dann Abweichungen gegenüber dem Planungs-Computertomogramm ermitteln. Diese Abweichungen können dann mittels geeigneter Stellglieder korrigiert werden, bevor die Bestrahlung erfolgt. Darüber hinaus kann während der Bestrahlung die Transmission gemessen werden, so daß einerseits größere Abweichungen unmittelbar erkannt werden können, andererseits aus diesen Daten und den aktuellen Computertomographie-Daten absorbierte Dosen errechnet werden können.

Es ist darüber hinaus auch möglich, während des Verfahrens zwischenzeitlich nochmals ein Hochenergie-Computertomogramm aufzunehmen, um auch während der Bestrahlung auftretende Abweichungen zu erfassen. Es versteht sich, daß auch andere Insitu-Positionierungsbestimmungen als ein Hochenergie-Computertomogramm vorgenommen werden können.

Im vorliegenden Zusammenhang ist festzuhalten, daß sich der Begriff "Bestrahlungsgerät" auf ein therapeutisches Gerät bezieht. Dieses ist zu unterscheiden von rein diagnostischen Geräten.

Es versteht sich, daß durch das erfindungsgemäße Verfah-

ren bzw. durch die erfindungsgemäße Vorrichtung auch geeignete Stellglieder, wie beispielsweise eine Tischtranslationseinheit angesteuert werden können, so daß eine Fehlposition automatisch, manuell bzw. motorisch korrigiert werden kann. Dieses läßt sich insbesondere auch als Regelkreis ausgestalten, so daß die Stellglieder durch geeignete Stellgrößen angesteuert werden können. Ein derartiges Stellglied kann beispielsweise eine Tischtranslationseinheit sein, auf welcher ein Patient angeordnet ist. Diese Tischtranslationseinheit kann durch geeignete Motoren verstellt werden.

Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand nachfolgender Beschreibung anliegender Zeichnung erläutert, in welcher beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes beschrieben ist. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in perspektivischer Schemaansicht und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Patientenlagekorrektur.

Einer therapeutischen Strahlenquelle **1** ist bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ein Strahlungsdetektor **2** gegenüberliegend angeordnet. Die Strahlenquelle **1** strahlt mit einem Zentralstrahl **3** und einem skizzierten Strahlungsfeld **4** auf den Strahlungsdetektor **2**. Je nach Ausführungsform kann der Strahlungsdetektor **2** auch auf die Strahlenquelle **1** fokussierend ausgebildet sein.

Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel können die Strahlenquelle **1** und der Detektor **2** um die Z-Achse des in **Fig. 1** dargestellten Koordinatensystems rotieren.

Auf diese Weise kann ein in das Strahlungsfeld gebrachter Patientenkörper **5** (siehe **Fig. 2**), der auf einer Tischtranslationseinheit **6** liegt, bestrahlt werden. Hierbei ist die Tischtranslationseinheit **6** mit einem Antrieb (nicht dargestellt) versehen, der eine Verlagerung des Patientenkörpers **5** ermöglicht. Der Antrieb ansich ist mit einer Auswerteeinheit, die Mittel zum Vergleichen eines von dem Detektor **2** aufgenommenen Schnittbildes umfaßt, verbunden. Diese weist desweiteren eine Auswerte- und Steuereinheit zur automatischen Ermittlung einer Ist-Position **7** eines zu bestrahlenden Objektes auf.

Bei einer Abweichung von einer Soll-Position **7'** bestimmt diese Auswerte- und Steuereinheit einen Korrekturvektor **K**, um den dann die Tischtranslationseinheit **6** und hiernit der Patientenkörper **5** verlagert wird, so daß das zu bestrahlende Objekt in seine Soll-Position gebracht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zum Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes, wobei das zu bestrahlende Objekt nach vorbestimmten Kriterien im Strahlungsfeld des Bestrahlungsgerätes positioniert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das am Bestrahlungsgerät, vorzugsweise mit der Strahlung des Bestrahlungsgerätes, wenigstens ein partielles Schnittbild oder ein partieller Volumendatensatz des bestrahlten Gesamtvolumens aufgenommen wird und daß aus diesem Schnittbild bzw. Volumendatensatz die Ist-Position des Objektes relativ zum Strahlungsfeld bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelte Ist-Position mit einer vorgegebenen Soll-Position verglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zu bestrahlende Objekt und das Strah-

lungsfeld anhand des Vergleichs von Ist-Position und Soll-Position derart relativ zueinander positioniert werden, daß Ist-Position und Soll-Position übereinstimmen.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ist-Position während der Dauer der Bestrahlung des Objektes wiederholt ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Bestrahlung des Objektes transmittierte Strahlung kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus der gemessenen transmittierten Strahlung wenigstens ein Wert für die vom Objekt bzw. von einem Teil des Objektes absorbierte Dosis ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der ermittelte Wert der absorbierten Dosisleistung mit einer Identifikationskennung derart versehen wird, daß der Wert dem Objekt zugeordnet werden kann.

8. Vorrichtung zur Kontrolle der Positionierung eines zu bestrahlenden Objektes relativ zu dem von wenigstens einer Strahlenquelle erzeugten Strahlungsfeld eines Bestrahlungsgerätes, insbesondere eines Hochenergie-Röntgenbestrahlungsgerätes, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Aufnahme eines zumindest partiellen Schnittbildes oder eines zumindest partiellen Volumendatensatzes des bestrahlten Gesamtvolumens vorgesehen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Aufnahme des Schnittbildes oder Volumendatensatzes wenigstens einen Strahlungsdetektor umfassen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsdetektor als einzelner Detektor oder als lineares oder flächiges Array von Detektoren ausgeführt ist, wobei das Array planparallel oder auf die Strahlenquelle fokussierend ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsdetektor auch die von der Strahlenquelle des Bestrahlungsgerätes erzeugte Strahlung erfassen kann.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsdetektor derart ausgebildet ist, daß er gleichzeitig oder nacheinander Strahlung aus unterschiedlichen Richtungen erfassen kann.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlungsdetektor gleichzeitig oder nacheinander Strahlung in einem Erfassungswinkel von mehreren Dutzend Grad, vorzugsweise von etwa 180° erfassen kann.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der das Strahlungsfeld erzeugenden Strahlenquellen verschwenkbar angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Strahlungsquelle um bis zu 360° um das zu bestrahlende Objekt verschwenkbar gelagert ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Strahlungsquelle und wenigstens ein Strahlungsdetektor um bis zu 360° um das zu bestrahlende Objekt verschwenkbar gelagert sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Anzeige und/oder Ausgabe des Schnittbildes oder des Volumenda-

tensatzes vorgesehen sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Vergleichen des Schnittbildes oder Volumendatensatzes mit wenigstens einem weiteren Schnittbild bzw. Volumendatensatz, insbesondere einem Computertomographie-Bild oder einer Computertomographie-Bildserie, des Objektes vorgesehen sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß mit den Mitteln zum Vergleichen der Schnittbilder/-Volumendatensätze ein automatischer Vergleich der Schnittbilder/ Volumendatensätze durchführbar ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Erzeugung einer Relativbewegung von Strahlungsfeld und Objekt vorgesehen sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerte- und Steuereinheit zur automatischen Ermittlung einer Ist-Position des Objektes relativ zum Strahlungsfeld des Bestrahlungsgerätes aus den vom Strahlungsdetektor erfaßten Daten vorgesehen ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Erzeugung einer Relativbewegung von Strahlungsfeld und Objekt mit der Auswerte- und Steuereinheit gekoppelt sind und von ihr über entsprechende Steuersignale gesteuert werden.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Strahlungsdetektor zur kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Erfassung der bei der Bestrahlung des Objektes gegebenenfalls transmittierten Strahlung vorgesehen ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur automatischen Ermittlung wenigstens eines Wertes für die von wenigstens einem Volumenelement des bestrahlten Gesamtvolumens absorbierte Dosis aus der erfaßten transmittierten Strahlung vorgesehen sind.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Ausgabe und/oder Speicherung des ermittelten Wertes oder der ermittelten Werte der Dosis vorgesehen sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die jedem Volumenelement ein Objektelement zuordnen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

